



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 101 20 767 C 2

51 Int. Cl. 7:  
B 66 B 23/02  
B 66 B 25/00

21 Aktenzeichen: 101 20 767.0-22  
22 Anmeldetag: 27. 4. 2001  
43 Offenlegungstag: 31. 10. 2002  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 3. 2003

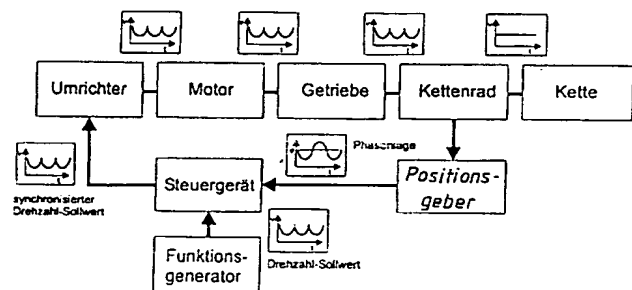
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Kone Corp., Helsinki, FI  
74 Vertreter:  
Cichy, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 58256 Ennepetal

61 Zusatz zu: 199 58 709.4  
72 Erfinder:  
Pietz, Alexander, Dr.-Ing., 45529 Hattingen, DE  
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 199 58 709 C2  
DE 100 20 787 A1

54 Verfahren und Einrichtung zur Reduzierung des Polygoneffektes im Umlenkbereich von  
Personenförderanlagen

57 Verfahren zur Reduzierung des im Verlauf der Umlenkung einer für einen Personenförderer, insbesondere eine Rolltreppe (1) oder eines Rollsteiges, einsetzbaren Kette (5) auftretenden Polygoneffektes, indem über den auf das Umlenkrad (2) mittel- oder unmittelbar einwirkenden elektrischen Antrieb (6) der Drehzahl des Umlenkrades (2) eine andersartige Drehzahl überlagert wird, wobei der ggf. einem Getriebe verbundene elektrische Antrieb (6) über mindestens ein Leistungsversorgungsaggregat, insbesondere einen Frequenzumrichter (8) dergestalt angesteuert wird, daß der elektrische Antrieb (6) mit einer nicht konstanten Drehzahl (n) umläuft, die der mathematischen Funktion der Kette beim Einlauf in das Umlenkrad (2) weitestgehend entspricht, und daß die Phasenlage des Umlenkrades (2) und/oder die Geschwindigkeit der Kette (5) gemessen wird bzw. werden und dieser Wert bzw. diese Werte einer Regeleinrichtung (9) zugeleitet wird bzw. werden, die mit dem Leistungsversorgungsaggregat, insbesondere dem Frequenzumrichter (8), elektrisch verbunden ist nach DE-Patent 199 58 709, dadurch gekennzeichnet, daß eine positionsabhängige Steuerung der Geschwindigkeit dahingehend herbeigeführt wird, daß die beim Antrieb mit im wesentlichen konstanter Drehfrequenz am Kettenstrang entstehenden Geschwindigkeitsschwankungen ermittelt werden, und daß der Ausgleich dadurch erreicht wird, daß das Umlenkrad (2) mit ungleichförmiger Drehfrequenz angetrieben wird, wobei die mathematische Funktion ermittelt wird, die dann eine fest eingestellte Größe bildet, die im Betriebszustand lediglich mit der Winkellage (Phasenlage) des Umlenkrades (2) synchronisiert wird.



DE 101 20 767 C 2

DE 101 20 767 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduzierung des im Verlauf der Umlenkung einer für einen Personenförderer, insbesondere eine Rolltreppe oder einen Rollsteig, einsetzbaren Kette auftretenden Polygoneffektes, gemäß gattungsbildendem Teil des Patentanspruches 1.

[0002] Im Hauptpatent ist sowohl ein Verfahren als auch eine Einrichtung zur Reduzierung des Polygoneffektes im Umlenkbereich von Personenförderanlagen beschrieben.

[0003] Der Polygoneffekt entsteht durch die polygonförmige Auflage der Kette auf dem Kettenrad. Mit wachsendem Drehwinkel variiert der wirksame Radius am Kettenrad, wodurch die Kettengeschwindigkeit zwischen einem Maximal- und einem Minimalwert schwankt. Beim Kettenradeingriff weisen die Kettenrollen und die Zähne des Kettenrades unterschiedliche Geschwindigkeiten auf, was Stöße zur Folge hat. Der Umlaufeffekt ist eine Folge des Drehimpulses, der vom Kettenrad auf die Kettenglieder und somit auf die Stufen oder Paletten übertragen wird. Nach Ablauf der Kette aus dem Kettenrad bleibt dieser Drehimpuls zunächst durch die Trägheit des Systemes erhalten, was zu dem sogenannten Einrollen der Kette führt. Der Drehimpuls wird durch Reibung der Kette bzw. bei Vorhandensein eines Kettenführungselementes durch Stöße zwischen Kette und Führung abgebaut. In der Hauptanmeldung wurde abweichend zu den bisher bekannten, ausschließlich auf der mechanischen Seite vorgesehenen Modifizierungen, ein Konzept vorgestellt, welches eine Lösung von der elektrischen, nämlich der Antriebsseite her beinhaltet.

[0004] Der DE 100 20 787 A1 ist ein Betriebssteuergerät für eine Rolltreppe zu entnehmen, beinhaltend einen Umrichter zum Umwandeln eines Dreiphasen-Netzwechselstroms in einen Wechselstrom variabler Spannung und variabler Frequenz, um die Betriebsgeschwindigkeit der Rolltreppe zu steuern; ein Getriebe und ein Kettenrad zum Antreiben einer Trittplatte unter Benutzung einer Rotationskraft, die von einem Induktionsmotor erzeugt wird, und einen Stromdetektor zum Erkennen eines Stroms, der in dem Induktionsmotor fließt, ein Betriebssteuergerät für eine Rolltreppe, aufweisend: einen Drehzahldetektor zum Erfassen der Rotationsgeschwindigkeit des Induktionsmotors; einen Positionsdetektor zum Erfassen der Rotationsposition des Kettenrades; und eine Steuervorrichtung, die den Umrichter zum Erzielen eines, das Vibrationsdrehmoment kompensierenden Stroms durch ein Ausgangssignal des Drehzahldetektors und des Positionsdetektors steuert; wobei der obige Strom zu einem ausgegebenen Strom eines Drehzahlsteuergerätes addiert wird; ein tatsächlicher Stromerkennungswert des Induktionsmotors von dem resultierenden Stromwert subtrahiert wird; und ein Impulsbreitenmodulationssignal dementsprechend erzeugt wird.

[0005] Ziel des Erfindungsgegenstandes ist es, das im Hauptpatent beschriebene Verfahren sowie die darin angeführte Einrichtung dergestalt weiterzubilden, daß die Lauf-  
ruhe der Personenförderanlage, insbesondere der Rolltreppe bzw. des Rollsteiges, weiterhin verbessert werden kann.

[0006] Dieses Ziel wird aufbauend auf den Merkmalen des Hauptpatentes verfahrensgemäß dadurch erreicht, daß eine positionsabhängige Steuerung der Geschwindigkeit dahingehend herbeigeführt wird, daß die beim Antrieb mit im wesentlichen konstanter Drehfrequenz am Kettenstrang entstehenden Geschwindigkeitsschwankungen ermittelt werden, und daß der Ausgleich dadurch erreicht wird, daß das Umlenkrad mit ungleichförmiger Drehfrequenz angetrieben wird, wobei die mathematische Funktion ermittelt wird, die dann eine fest eingestellte Größe bildet, die im Betriebszustand lediglich mit der Winkellage (Phasenlage) des Ketten-

rades synchronisiert wird.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind den zugehörigen Unteransprüchen zu entnehmen.

5 [0008] Fußend auf den Merkmalen des Hauptpatentes wird das Ziel einrichtungsmäßig auch dadurch erreicht, daß mindestens ein Positionssensor die Phasenlage des Umlenkrades ermittelt, diese Werte einem mit einem Funktionsgenerator in Wirkverbindung stehenden Steuergerät zur Verfügung stellt, dessen synchronisierter Drehzahlsollwert zum mit dem Antriebsmotor verbundenen Leistungsversorgungsaggregat, insbesondere dem Frequenzumrichter, zu-  
führbar ist, wobei der Funktionsgenerator diejenige(n) mathematische(n) Funktion(en) der Kette beim Einlauf in das Umlenkrad beinhaltet.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Einrichtung sind den zugehörigen gegenständlichen Unteransprüchen zu entnehmen.

[0010] Mit der Erfindung wird somit eine positionsabhängige Steuerung der Geschwindigkeit realisiert. Die Geschwindigkeitsschwankungen im Kettenstrang werden wesentlich von der Zähnezahls des Kettenrades (Umlenkrades) beeinflusst. Ein weiterer Faktor ist die Geometrie der Führung, die den Einlauf der Kette in das Kettenrad beeinflusst.  
25 Fußend darauf, daß diese Geschwindigkeitsschwankungen berechenbar sind, sind selbige demzufolge vorbestimmbar, so daß keine in das System eingreifende Regelung benötigt wird, vielmehr eine konkrete Steuerung gegeben ist. Die notwendige Funktion kann rechnerisch und bedarfsweise experimentell ermittelt werden und stellt dann eine fest eingestellte Größe dar, die im laufenden Betrieb nur noch mit der Winkellage des Kettenrades synchronisiert werden muß. Zu diesem Zweck ist im Bereich des Kettenrades mindestens ein Positionssensor vorgesehen, der die Phasenlage  
35 des Kettenrades ermittelt und selbige an ein mit einem Funktionsgegerator, der die mathematische(n) Funktion(en) beinhaltet, zusammenwirkenden Steuergerät übermittelt. Über das Steuergerät wird der synchronisierte Drehzahlsollwert der Leistungsversorgungseinrichtung, insbesondere dem Frequenzumrichter, zugeleitet.

[0011] Besonderen Sinn macht die Erfindung, indem die Kettenteilung auf etwa 200 mm (halbe Stufenteilung) und ggf. auch auf etwa 400 mm (volle Stufenteilung) erhöht werden kann, wodurch die bei bisherigen Kettenradssystemen notwendige Grenzzähnezahl der Kettenräder von allgemein üblich  $Z = 17$  erheblich unterschritten werden kann. Durch diese Maßnahme kann eine beträchtliche Kosteneinsparung bei Rolltreppen und Rollsteigen herbeigeführt werden.

50 [0012] Der Erfindungsgegenstand ist anhand eines Ausführungsbeispieles in der Zeichnung dargestellt und wird wie folgt beschrieben.

[0013] Es zeigen

[0014] Fig. 1 Prinzipskizze des Systemaufbaues

55 [0015] Fig. 2 bis 4 Vergleichende Gegenüberstellung einer konventionellen Antriebsart mit dem Erfindungsgegenstand

[0016] Fig. 1 ist eine schematische Systemdarstellung zu entnehmen, wie der Polygoneffekt eines Kettenradsystems auf seiten des Antriebes so positiv beeinflusst werden kann, daß die Lauf-  
ruhe der nicht weiter dargestellten Rolltreppe bzw. des Rollsteiges verbessert wird. In den einzelnen Kästchen sind die miteinander in Wirkverbindung stehenden Elemente nämlich die Kette, das Kettenrad (Umlenkrad), das Getriebe, der Motor sowie der Frequenzumrichter angesprochen. In den Schnittstellen zwischen Kette und Kettenrad, Kettenrad und Getriebe, Getriebe und Motor sowie Motor und Umrichter sind die jeweiligen Geschwindigkeits-

werte über der Zeit dargestellt. Dem Kettenrad ist ein Positionssensor zugeordnet, der die Position der jeweiligen Aufnahmekalotten, gebildet zwischen zwei Kettenzähnen des Kettenrades, ermittelt und somit die Phasenlage feststellt. Einem nachgeordnetem Steuergerät, das mit einem Funktionsgenerator in Wirkverbindung steht, wird der Wert der jeweiligen Phasenlage des Kettenrades zugeleitet. Der Funktionsgenerator beinhaltet die mathematische(n) Funktion(en) der Kette beim Einlauf in das Kettenrad (Drehzahlsollwert), so daß im Bereich des Steuergerätes lediglich noch ein Vergleich der übermittelten konkreten Phasenlage des Kettenrades mit dem vorgegebenen Drehzahlsollwert stattfinden muss. Als synchronisierter Drehzahlsollwert wird dem Umrichter dann der jeweils richtige Wert zugeleitet, so daß über Motor und Getriebe dem Kettenrad dann ein entsprechender Drehzahlwert überlagert werden kann. Abweichend zum Stand der Technik erfolgt somit eine positionsabhängige Steuerung der Geschwindigkeit, wodurch die Laufruhe der Personenförderanlage beträchtlich erhöht werden kann. Wie bereits angesprochen, können Ketten der Teilung von bis zu 200 mm oder darüber hinaus sogar bis zu 400 mm bei entsprechender Absenkung der Grenzzähnezahl des Kettenrades unterhalb von  $z = 17$  herbeigeführt werden.

[0017] Die Fig. 2 bis 4 zeigen vergleichende Beispiele einerseits eines konventionellen Antriebes (Fig. 2) mit dem Sollzustand bei korrekter Phasenlage (Fig. 3) sowie des Synchronisierungsbedarfes (Fig. 4).

[0018] Über der Zeit werden die Geschwindigkeit der Kette sowie die Drehfrequenz des Kettenrades abgebildet. Beim konventionellen Stand der Technik ist die Drehfrequenz des Kettenrades konstant, während die Geschwindigkeit der Kette als kurvenartige Funktion vorgesehen ist und der jeweilige Ketteneingriff in das mit konstanter Drehfrequenz umlaufende Kettenrad als inkonstant anzusehen ist.

[0019] Fig. 3 zeigt eine Möglichkeit die Erfindung zu realisieren, nämlich das die Geschwindigkeit der Kette konstant ausgebildet wird, während die Drehfrequenz des Kettenrades eine kurvenartige Funktion, über die Zeit gesehen, darstellt. Weitere Möglichkeiten sind jedoch ebenfalls denkbar.

[0020] Der Synchronisierungsbedarf ist in Fig. 4 dargestellt, wobei die zu synchronisierende Phasenverschiebung als mathematische Funktion im Funktionsgenerator abgelegt und dem Steuergerät zur Verfügung gestellt wird. Das Steuergerät ermittelt dann lediglich noch die Abweichung der vom Positionssensor zur Verfügung gestellten Phasenlage des Kettenrades, im Vergleich zum Drehzahlsollwert, wobei die zu synchronisierende Phasenverschiebung dann als synchronisierter Drehzahlsollwert dem Umrichter und somit über Motor und Getriebe dem Kettenrad zur Verfügung gestellt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduzierung des im Verlauf der Umlenkung einer für einen Personenförderer, insbesondere eine Rolltreppe (1) oder eines Rollsteiges, einsetzbaren Kette (5) auftretenden Polygoneffektes, indem über den auf das Umlenkrad (2) mittel- oder unmittelbar einwirkenden elektrischen Antrieb (6) der Drehzahl des Umlenkrades (2) eine andersartige Drehzahl überlagert wird, wobei der ggf. einem Getriebe verbundene elektrische Antrieb (6) über mindestens ein Leistungsversorgungsaggregat, insbesondere einen Frequenzumrichter (8) dergestalt angesteuert wird, daß der elektrische Antrieb (6) mit einer nicht konstanten Drehzahl (n) umläuft, die der mathematischen Funktion der Kette beim Einlauf in das Umlenkrad (2) weitestge-

hend entspricht, und daß die Phasenlage des Umlenkrades (2) und/oder die Geschwindigkeit der Kette (5) gemessen wird bzw. werden und dieser Wert bzw. diese Werte einer Regeleinrichtung (9) zugeleitet wird bzw. werden, die mit dem Leistungsversorgungsaggregat, insbesondere dem Frequenzumrichter (8), elektrisch verbunden ist nach DE-Patent 199 58 709, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine positionsabhängige Steuerung der Geschwindigkeit dahingehend herbeigeführt wird, daß die beim Antrieb mit im wesentlichen konstanter Drehfrequenz am Kettenstrang entstehenden Geschwindigkeitsschwankungen ermittelt werden, und daß der Ausgleich dadurch erreicht wird, daß das Umlenkrad (2) mit ungleichförmiger Drehfrequenz angetrieben wird, wobei die mathematische Funktion ermittelt wird, die dann eine fest eingestellte Größe bildet, die im Betriebszustand lediglich mit der Winkellage (Phasenlage) des Umlenkrades (2) synchronisiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Ketten (5) mit Kettenteilungen, entsprechend einer halben Stufen- bzw. Palettenteilung, insbesondere von etwa 200 mm, eingesetzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Ketten (5) mit Kettenteilungen, entsprechend einer vollen Stufen- bzw. Palettenteilung, insbesondere von etwa 400 mm, eingesetzt werden.

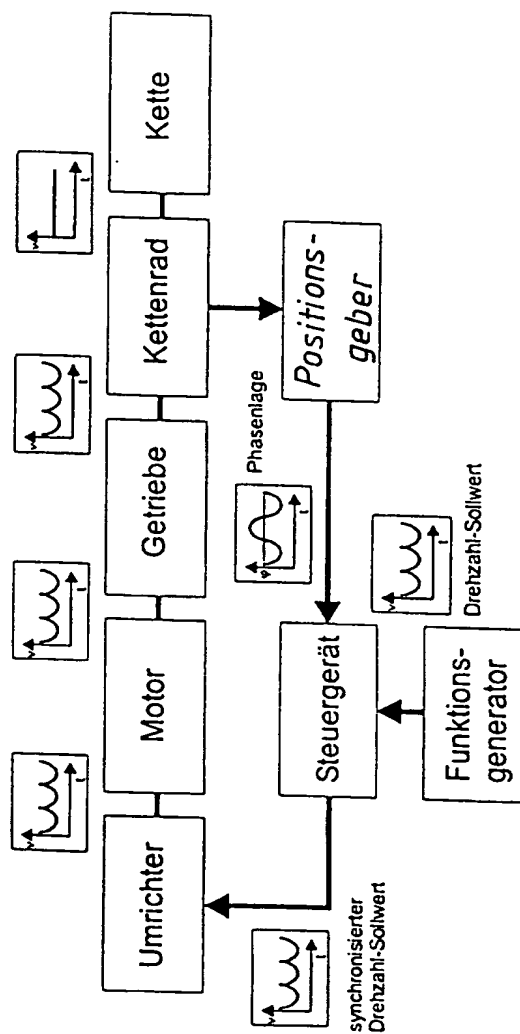
4. Einrichtung zur Reduzierung des im Verlauf der Umlenkung einer für einen Personenförderer, insbesondere eine (1) Rolltreppe oder einen Rollsteig, einsetzbaren Kette (5) auftretenden Polygoneffektes, mit mindestens einem, gegebenenfalls mit mindestens einem Getriebe verbundenen elektrischen Antriebsmotor (6), der mittel- oder unmittelbar auf das Umlenkrad (2) einwirkt, wobei der Antriebsmotor (6) mit mindestens einem Leistungsversorgungsaggregat, insbesondere einem Frequenzumrichter (8), verbunden ist, so daß der Antriebsmotor (6) mit einer nicht konstanten Drehzahl antreibbar ist, und mindestens ein Sensor (10) zur Ermittlung der Phasenlage des Umlenkrades (2) vorgesehen ist, der seine Meßwerte einer mit dem Leistungsversorgungsaggregat, insbesondere dem Frequenzumrichter (8), zusammenwirkenden Regeleinrichtung (9) zur Verfügung stellt, nach DE-Patent 199 508 709, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein Positionssensor die Phasenlage des Umlenkrades (2) ermittelt, diese Werte einem mit einem Funktionsgenerator in Wirkverbindung stehenden Steuergerät zur Verfügung stellt, dessen synchronisierter Drehzahlsollwert zum mit dem Antriebsmotor (6) verbundenen Leistungsversorgungsaggregat, insbesondere dem Frequenzumrichter (8), zuführbar ist, wobei der Funktionsgenerator diejenige(n) mathematische(n) Funktion(en) der Kette (5) beim Einlauf in das Umlenkrad (2) beinhaltet.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kette (5) als Antriebsorgan des Personenförderers eine Teilung entsprechend einer halben Stufen- bzw. Palettenteilung, insbesondere von etwa 200 mm, aufweist.

6. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kette (5) als Antriebsorgan des Personenförderers eine Teilung entsprechend einer vollen Stufen- bzw. Palettenteilung, insbesondere von etwa 400 mm, aufweist.

- Leerseite -

Fig. 1



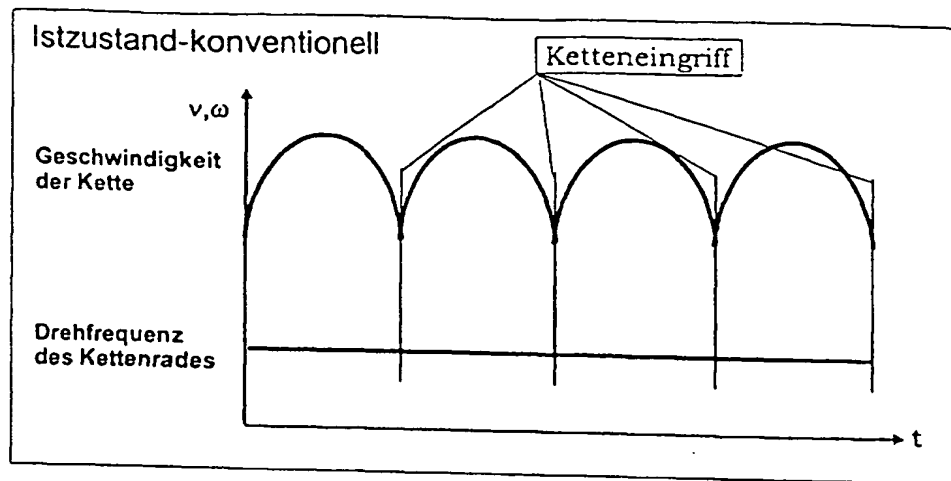


Fig. 2

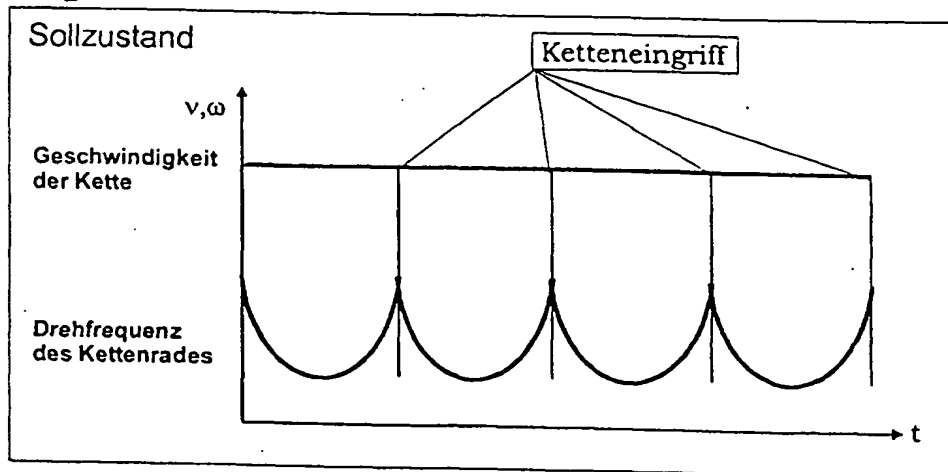


Fig. 3

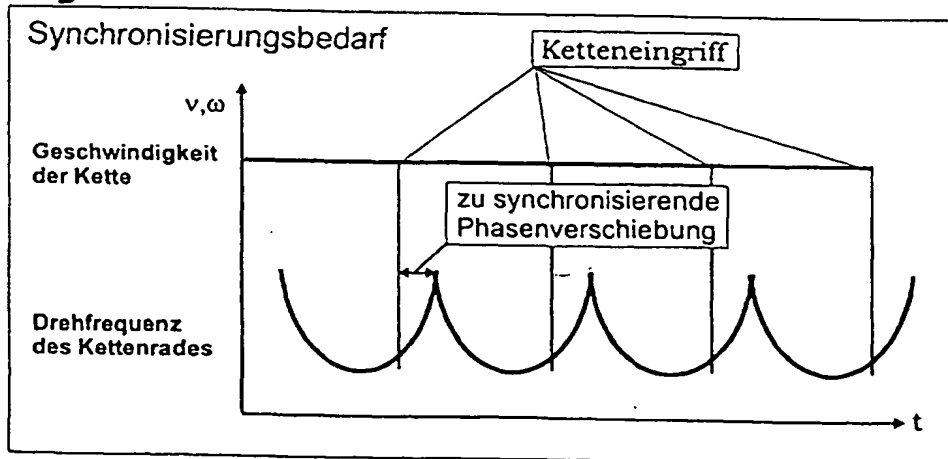


Fig. 4